บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) งานทดลองในสภาพแปลงทดลองปลูก เพื่อศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อสภาพแวดล้อมตามวันปลูก และเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในแบบจำลอง 2) งานทดลองในกระถาง เพื่อศึกษาอายุพัฒนาระยะการเจริญเติบโต และการพัฒนาจำนวนใบของข้าว โดยทั้ง 2 งานทดลอง ทำการปลูกข้าว ที่แปลงทดลองสถานีวิจัยเกษตรชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ3)การปรับปรุงแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM โดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองปลูก และงานทดลองในกระถางดังกล่าวข้างต้น ให้สามารถจำลองการเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าวพันธุ์ของไทย และนำผลการจำลองที่ได้เปรียบเทียบกับแบบจำลอง CERES-Rice ดังรายละเอียดของแต่ละงานทดลองดังนี้

1. งานทดลองในแปลงปลูก

ทำการวางแผนการทดลองแบบ Split – Plot Design in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยมี main plot เป็น พันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 และพันธุ์ข้าวชัยนาท1 และมี sub plot คือวันปลูกที่แตกต่างกัน 2 วันปลูก ได้แก่วันที่ 16 มิถุนายน และ 16 กรกฎาคม 2549

วิธีการเตรียมดินก่อนปลูก ทำการไถเปิดหน้าดินเพื่อให้ดินโปร่ง และกำจัดวัชพืช แล้วไถย่อยดินอีกครั้ง ทำคันนาเป็นแปลงย่อยขนาด 6 x 20 เมตร จากนั้นนำน้ำเข้าแปลงเพื่อทำเทือก ซึ่งทำเช่นเดียวกันทั้ง 2 วันปลูก

วิธีการปลูก ทำการตกกล้าก่อนการปักดำ 1 เดือน และนำมาปลูกโดยวิธีการปักดำในวันที่กำหนด ใช้ระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร โดยปักดำ 2 ต้นต่อจับ

วิธีการดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ คลุกในดินในช่วงทำเทือก และฟูราดานอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ในระยะกำเนิดช่อดอก กำจัดวัชพืชและแมลงตามสมควร คลุมตาข่ายป้องกันนกทำลายข้าวเมื่อเริ่มออกรวง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การบันทึกข้อมูล

1.1 วัดการเจริญเติบโตของข้าวโดยทำการเก็บตัวอย่างข้าวตัวอย่างละ 4 กอ ในระยะ

- ระยะกล้า
- เริ่มแตกกอ
- แตกกอปานกลาง
- แตกกอเต็มที่
- ระยะกำเนิดช่อดอก
- ระยะตั้งท้อง
- ระยะออกรวง
- ระยะน้ำนม
- ระยะเมล็ดแป้งแข็ง
- ระยะสุกแก่ทางสรีระ

แล้วนำมาแยกส่วนของ ลำต้น ใบ และรวง และนำส่วนของตัวอย่างที่แยกแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 78 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาชั่งน้ำหนักแห้ง

1.2 บันทึกข้อมูลที่ระยะเก็บเกี่ยวโดยสุ่มตัวอย่างละ 2 ตารางเมตร นำมานวด ทำความสะอาดแล้วชั่งน้ำหนักเมล็ด เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากแบบจำลอง และสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวตัวอย่างละ 2 กอ เพื่อหาองค์ประกอบผลผลิต

1.3 บันทึกอายุพัฒนาระยะการเจริญเติบโต บันทึกโดยการประเมินด้วยสายตา เมื่อข้าวเข้าสู่ระยะพัฒนาการต่างๆ ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ เพื่อใช้เปรียบเทียบระยะพัฒนาการที่ได้จากการประเมินของแบบจำลอง สำหรับระยะพัฒนาการเจริญเติบโต ที่ต้องบันทึกได้แก่

- ระยะกำเนิดช่อดอก (panicle initiation stage)
- ระยะตั้งท้อง (booting stage)
- ระยะออกรวง (heading stage)
- ระยะเมล็ดน้ำนม (milky stage)
- ระยะเมล็ดแป้งแข็ง (hard dough stage)
- ระยะสุกแก่ทางสรีระ (physiological maturity stage)

ทั้งข้อที่ 1.1 และ 1.2 ข้อมูลที่ได้มาจากวันปลูกที่ 1 จะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับค่าสัมประสิทธิ์ทางพันธุกรรมโดยวิธีการปรับขึ้นลงของค่าคงที่ในแบบจำลอง เพื่อให้ค่าของน้ำหนักแห้งและผลผลิตจากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากแปลงมากที่สุด และข้อมูลจากวันปลูกที่ 2 และข้อมูลจากข้อที่ 1.3 ใช้เพื่อประเมินความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็นสองส่วน ในส่วนแรก เป็นการวิเคราะห์การตอบสนองของพันธุ์ข้าวกับวันปลูก ในเรื่องการพัฒนาการ และการเจริญเติบโต ส่วนที่สองของการทดลองเป็นส่วนของการทดสอบความแม่นยำจากการประมวลผลของแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM ที่ปรับปรุง และแบบจำลอง CERES-Rice โดยนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากงานทดลองในแปลงปลูก

1. การวิเคราะห์การตอบสนองของพันธุ์ข้าวกับวันปลูก ประกอบด้วยข้อมูลด้านการเจริญเติบโต และการพัฒนาการ ในการวิเคราะห์การเจริญเติบโต นำข้อมูลการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนต่างๆของข้าว ได้แก่ ต้น ใบ และรวง จากการเก็บตัวอย่างในแปลงทดลอง ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตมาสร้างเป็นสมการ 3^{rd} order polynomial ดังสมการ

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

เมื่อ y คือ ค่าน้ำหนักแห้ง

a, b, c, d คือ ค่าสัมประสิทธิ์

x คือ จำนวนวันหลังปลูก (วันปักดำเป็นวันเริ่มต้น เท่ากับ 0)

จากนั้นนำสมการที่ได้มาแทนค่าด้วยจำนวนวันหลังปลูก และนำค่าของวันที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด และค่าน้ำหนักแห้งสูงสุด และน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของส่วนต่างๆ มาคำนวณค่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ย จากสมการ

$$\text{อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งสูงสุด - น้ำหนักแห้งเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่การสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด}}$$

2. การวิเคราะห์ผลของแบบจำลอง

ทำการจำลองระยะพัฒนาการ น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิต โดยใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM ที่ปรับปรุง และแบบจำลอง CERES-Rice แล้วเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลอง (observed data) โดยวิธีเขียนกราฟแบบ 1:1 line แล้ววิเคราะห์สถิติหาค่าความแตกต่าง วิเคราะห์หาค่าความแม่นยำในการทดลองตามวิธีการของ Willmolt (1982) โดยใช้ค่า Standardized bias (Bias) และ Standardized mean square (RMSE)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยค่า $Bias = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Si - Oi)$

และค่า $RMSE = \sqrt{\frac{i}{n}\sum_{i=1}^{n}(Si - Oi)^2}$

โดยที่ n = จำนวนข้อมูล

Si = ค่าจากแบบจำลอง (ค่าจำลอง)

Oi = ค่าสังเกต

2. งานทดลองในกระถาง

ทำการปลูกข้าวในวันเดียวกันการตกกล้าในแปลงทดลอง (ปลูกวันที่ 16 พฤษภาคม และ 16 มิถุนายน) และใช้ข้าวพันธุ์เดียวกัน ดำเนินการปลูกในกระถางดินเผาก้นปิดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว จำนวน 10 กระถาง/พันธุ์/วันปลูกโดยวิธีการหยอดเมล็ดจำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง เมื่อข้าวตั้งตัวได้แล้ว ใส่ปุ๋ยและดูแลรักษาเช่นเดียวกันกับในแปลงปลูก

การบันทึกข้อมูล

2.1 อายุพัฒนาระยะการเจริญเติบโต กำหนดให้บันทึกการเจริญเติบโตของต้นหลัก (main stem) ที่กำหนดไว้ในการถางปลูก จำนวน 10 ต้น ที่ระยะกำเนิดช่อดอก ระยะตั้งท้อง ระยะออกรวง ระยะน้ำนม ระยะเมล็ดแป้งแข็ง และระยะสุกแก่ทางสรีระ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับค่าอุณหภูมิสะสมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง โดยบันทึกระยะพัฒนาการในระยะต่างๆเช่นเดียวกันกับในแปลงทดลอง

2.2 การพัฒนาจำนวนใบ ใช้ต้นหลักที่กำหนดไว้ (ข้อที่2.1) โดยบันทึกจำนวนใบที่คลี่เต็มที่แล้ว (เห็นรอยต่อระหว่างใบและกาบใบ) ซึ่งต้องบันทึกข้อมูลทุกวันเว้นวันตั้งแต่เริ่มงอกถึงระยะออกรวง เพื่อใช้คำนวณค่าอุณหภูมิสะสมที่ข้าวใช้เพื่อการพัฒนาใบหนึ่งใบ

2.3 บันทึกข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน จากสถานีวิจัยการเกษตรในเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ค่าความยาวนานของวัน ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ ($MJ/m^2/day$) ค่าอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุด (ºC) เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณค่าน้ำหนักแห้งและค่าอุณหภูมิสะสม และเพื่อใช้จำลองอายุพัฒนาระยะการเจริญเติบโตในแบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) การเปรียบเทียบความแม่นยำของการประเมินระยะพัฒนาการจากแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM ที่ปรับปรุง กับค่าที่ได้จากงานทดลองในกระถาง ที่ปลูกวันที่ 16 มิถุนายน โดยวิธีเขียนกราฟแบบ 1:1 line แล้ววิเคราะห์สถิติหาค่าความแตกต่าง วิเคราะห์หาค่าความแม่นยำในการทดลองตามวิธีการของ Willmolt (1982) โดยใช้ค่า Standardized bias (Bias) และ Standardized mean square (RMSE) เช่นเดียวกันกับการเปรียบเทียบในแปลงทดลอง และ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้านพัฒนาการระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาจำนวนใบ โดยทำการคำนวณค่าอุณหภูมิสะสมที่ข้าวใช้เพื่อการพัฒนาใบหนึ่งใบและเพื่อการพัฒนาในแต่ระยะการพัฒนาดังข้อที่ 2.1 โดยการคำนวณค่าอุณหภูมิสะสมใช้สมการตามวิธีการของ Neild and James (1974) และ Tollenaar (1979) ซึ่งมีค่าดังนี้

$$GDD = \frac{(T.\max + T.\min)}{2} - T.base$$

โดย T.max = Daily maximum temperature คือ ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวัน (˚C)

T.min = Daily minimum temperature คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน (˚C)

T.base = The minimum threshold temperature คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่พืชจะเจริญเติบโตได้ สำหรับข้าวมีค่า เท่ากับ 8˚C

และค่าที่ได้จากสมการมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส และการแทนค่าในสมการใช้วิธี “cut-off method” คือ กำหนดให้ค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันมีค่าไม่เกิน 30˚C (T.max = 30) ถ้าค่าอุณหภูมิสูงสุดรายวันมีค่ามากกว่า 30˚C ให้แทนค่าในสมการเท่ากับ 30˚C และถ้าค่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวันน้อยกว่าค่า T.base คือ 8˚C ให้แทนค่าในสมการเท่ากับ 8˚C ซึ่งจากการทดลองของ Gao *et al*., 1992 พบว่าข้าวสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเป็นปกติที่อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 8˚C และอัตราการเจริญเติบโตของข้าวจะเกิดขึ้นสูงสุดในสภาพของอุณหภูมิที่มีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 30˚C ดังนั้น ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดรายวันที่สูงมากกว่า 30˚C ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มมากขึ้นจึงไม่นำมาคิดคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การปรับปรุงแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM

การปรับปรุงแบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM ได้ดำเนินการปรับปรุงแบบจำลองภายใต้โครงสร้างหลักของ แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM เดิมที่ได้ทำการศึกษาไว้ก่อนแล้ว โดยในการปรับปรุงครั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงข้อมูลนำเข้า (Input data) บางส่วน อีกทั้งได้ทำการปรับปรุงเพิ่มให้แบบจำลองการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้ระบบ FARMSIM สามารถที่จะจำลองระยะพัฒนาการเจริญเติบโตโดยใช้ข้อมูลจากงานทดลองในข้อที่ 1 และ 2 จากนั้น นำผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองนี้มาทำการเปรียบเทียบระยะพัฒนาการ การสะสมน้ำหนักแห้งและผลผลิตกับแบบจำลอง CERES-Rice

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved